

вод промышленных предприятий, осуществляющих отведение в централизованные системы водоотведения (канализации), необходимо учитывать:

- производственные сточные воды (нормируемых предприятий, производственные сточные воды предприятий ВКХ, смесь хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод предприятий);
- хозяйственно-бытовые сточные воды (абонентов, потребителей, а также доставляемые ассенизационным транспортом, хозяйственно-бытовые сточные воды входящие в состав дополнительного притока);
- поверхностные сточные воды (в составе дополнительного притока).

Литература

1. Водный кодекс Республики Беларусь от 30 апреля 2014 г. № 149-З (с изменениями от 18 июня 2019 г.)
2. Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь № 16 «О нормативах допустимых сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод». (с изменениями от 5 сентября 2019 г.)
3. Указ Президента Республики Беларусь № 72 от 25.02.2011 «О некоторых вопросах регулирования цен (тарифов) в Республике Беларусь» (с изменениями от 24 мая 2018 г.)
4. Инструкции по расчету потерь и неучтенных расходов воды из систем водоснабжения населенных пунктов Республики Беларусь, утвержденной постановлением Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь от 31 августа 2005 г. № 43 (с изменениями от 08 июля 2019 г.).

УДК 628.12

Анализ режима эксплуатации водопроводных насосных станций для выбора насосного оборудования с целью повышения энергоэффективности

Гук П. С.
УП «Минскводоканал»
Минск, Республика Беларусь

Рассматриваются основные параметры, определяющие подбор насосного оборудования для замены на существующих насосных станциях с целью снижения энергопотребления.

По состоянию на 01.04.2020 г. УП «Минскводоканал» эксплуатирует 424 насосные станции (далее – НС) 3-го и 4-го подъёмов, из них 420

обслуживаются цехом повысительных станций производства «Минскводопровод». Как известно, корректный выбор насосного оборудования определяет энергопотребление объекта, существенно влияет на продолжительность безаварийной работы в течение всего срока эксплуатации. Значительное количество НС запроектировано и построено с учётом обеспечения максимального часового расхода одним насосными агрегатом. Следовательно, предприятие имеет существенный потенциал снижения энергопотребления насосным оборудованием, путем его замены на более эффективные насосные группы, подобранные под фактические режимы работы насосных станций с учетом расчетных пиковых режимов водопотребления.

У каждого насосного агрегата существует рабочая область на напорно-расходной характеристике, в которой КПД высокий и практически постоянный. В случае выхода насоса в процессе работы из рабочей области, его эффективность снижается. Если насос работает с повышенным напором (левее рабочей области), то растет нагрузка на подшипники и уплотнения, что со временем может привести к их преждевременному износу. Если насос работает с повышенным расходом (правее рабочей области), то возрастает риск кавитации.

При подборе насосного оборудования с целью повышения напора в водопроводной сети зачастую руководствуются одной рабочей точкой с максимальным расчётным часовым расходом и расчётным напором, определённым для случая максимального водоразбора при минимальном напоре в подающем трубопроводе. Напор в подающем трубопроводе определяется по его гарантированному значению, указанному в технических условиях, выданных на проектирование хозяйственно-питьевого водопровода.

Однако, учитывая неравномерность водопотребления в жилых зданиях в течение суток, в таком режиме «пиковой» нагрузки насосное оборудование работает лишь несколько часов за сутки.

Зачастую, гарантированный напор в технических условиях указывается в виде диапазона, при этом не всегда минимальное значение указанного напора соответствует случаю минимального водоразбора.

Для корректного подбора насосного оборудования с целью замены на действующей водопроводной насосной станции, помимо определения расчётных параметров по [1], [2], необходимо выполнять инженерные изыскания на объекте.

В частности, необходимо проводить замеры давления в подающем трубопроводе, а также, подачи насосной станции в течение типовых суток.

На основании полученных данных целесообразно определить 24 рабочие точки, т.е. рабочую область.

Рабочие точки для каждого часа суток определяются исходя из имеющихся данных:

1. Давление воды в подающем трубопроводе с учетом его изменения в течение типовых суток, МПа.

2. Заданное давление на выходе с ПНС (в соответствие с суточным графиком), МПа.

3. Средняя подача насосной станцией за рассматриваемый час (при наличии архива данных с расходомеров, смонтированных на НС), м³/ч.

Таблица

Расход электроэнергии

Часы суток	Измеренные параметры		Энергопотребление насосной установкой с учётом работы ПЧ, кВтч		
	Напор, развиваемый насосом, м	Подача насоса, м ³ /ч	Wilo Helix V 2203-4/16/E/S/400-50 (2+1)	Grundfos 3xCR 10-6 (2+1)	Lowara G30/10SV05 F022T/SQC (2+1)
0-1	19	1	0.29	0.26	0.28
1-2	18	1	0.28	0.25	0.28
2-3	18	1	0.28	0.25	0.28
3-4	18	2	0.33	0.3	0.34
4-5	18	4	0.45	0.42	0.44
5-6	25	7	0.94	0.86	0.84
6-7	24	6	0.78	0.73	0.71
7-8	31	7	1.14	1.05	1.04
8-9	30	8	1.26	1.15	1.13
9-10	21	9	1.11	0.95	0.93
10-11	21	6	0.69	0.64	0.63
11-12	21	6	0.69	0.64	0.63
12-13	23	4	0.56	0.53	0.52
13-14	23	4	0.56	0.53	0.52
14-15	23	4	0.56	0.53	0.52
15-16	21	3	0.44	0.4	0.4
16-17	21	6	0.69	0.64	0.63
17-18	30	6	0.97	0.9	0.89
18-19	30	9	1.44	1.29	1.27
19-20	30	7	1.1	1.02	1.01
20-21	29	7	1.07	0.98	0.97
21-22	31	7	1.14	1.05	1.04
22-23	24	6	0.78	0.73	0.71
23-24	23	4	0.56	0.53	0.52
Расчетное энергопотребление за сутки, кВтч			18.11	16.63	16.53

В случае отсутствия расходомеров на объекте, среднечасовой расход может быть определён расчётным путём для каждого часа.

В качестве примера можно привести подбор насосного оборудования для замены на действующей водопроводной насосной станции, расположенной по адресу ул. Солтыса 199А в г. Минске.

Проект НС был разработан в 2010 г., объект был введён в эксплуатацию в 2013 г. НС обеспечивает повышение напора водопроводной сети для нужд трёх четырнадцатизэтажных жилых домов. На станции было установлено два насосных агрегата КМ80-50-200 с характеристиками: подача – $50 \text{ м}^3/\text{ч}$, напор – 50 м, номинальная мощность – 15 кВт. Среднесуточное потребление электроэнергии составило 89 кВтч.

В результате проведения аудита режима работы станции, были определены 24 рабочие точки для сравнения расчётного энергопотребления насосными установками различных производителей, подобранных в качестве аналога при модернизации НС.

В табл. приведены расчётные значения потребления электроэнергии насосными установками различных производителей для типовых суток.

Как следует из табл., расчётная экономия электроэнергии составит порядка 71 кВтч в сутки, т.е. 26 тыс. кВтч за год.

Таким образом, корректный подбор насосного оборудования для замены на действующем объекте является ключевым мероприятием как для экономии ТЭР предприятия, так и для надёжной и безаварийной эксплуатации системы.

Литература

1. «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Строительные нормы проектирования»: ТКП 45-4.01-320-2018. (33020) Утверждён и введён в действие приказом Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 16 марта 2018 г. № 67. Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. – Минск, 2018. – 75 с.

УДК 628.16

Оценка изменения состава подземных вод при работе скважин с многоуровневыми водоносными горизонтами

Ющенко В. Д, Велюго Е. С.

Полоцкий государственный университет
Новополоцк, Республика Беларусь

Особенности работы скважин в «сухую» и «дождливую» погоду. Изменение состава подземных вод и их оценка для дальнейшей обработки.